



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 196 05 520 C 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
G 01 B 11/30
G 01 B 11/22
G 01 J 3/46
G 01 B 7/26
G 01 N 21/88
B 05 C 21/00

②1 Aktenzeichen: 196 05 520.2-52
②2 Anmeldetag: 15. 2. 96
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 4. 97

DE 196 05 520 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

- ⑦3 Patentinhaber:
Herberts GmbH, 42285 Wuppertal, DE
- ⑦4 Vertreter:
Türk, Gille, Hrabal, Leifert, 40593 Düsseldorf
- ⑦2 Erfinder:
Rupieper, Paul, Dipl.-Phys., 42111 Wuppertal, DE;
Höffer, Michael, Dipl.-Ing., 42349 Wuppertal, DE;
Cramm, Joachim, 42327 Wuppertal, DE; Blum,
Joachim, Dipl.-Chem. Dr., 42897 Remscheid, DE
- ⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
- | | |
|----|--------------|
| DE | 42 27 817 A1 |
| DE | 41 27 215 A1 |
| US | 52 08 766 |
| EP | 03 50 891 B1 |

KITTEL, H.: »Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen«, Bd. 8/1, Verlag W.A. Colomb, 1980, S. 140-152, 240-261;
Glasurit-Handbuch Lacke und Farben, Curt R. Vincentz Verlag, München 1984, S. 220-241, 292-294; DIN 67530;
OSTERHOLD, M., ARMBRUSTER, K.:
»Characterization of surface structures by mechanical and optical Fourier spectra« in Europeans Coatings Journal, Nr. 1-2, 1995, S. 32-35;

- ⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Charakterisierung lackierter Oberflächen
- ⑤7 Verfahren zur Bestimmung der visuellen Wirkung von Lackierungen, bei dem eine oder mehrere Lackschichten auf die Oberfläche eines ebenen Substrats appliziert und getrocknet oder gehärtet werden, wobei zumindest eine der Lackschichten mit einem Schichtdickegradienten appliziert wird und auf der so erhaltenen lackierten Oberfläche anschließend an in Form eines gitterförmigen Rasters verteilten Meßpunkten, jeweils eine oder mehrere den visuellen Eindruck beeinflussende Eigenschaften mittels einer oder mehrerer optischer Meßverfahren sowie die jeweilige Dicke der gradientenförmigen Lackschicht vermessen werden; sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

DE 196 05 520 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Charakterisierung lackierter Oberflächen hinsichtlich ihrer visuellen Wirkung.

Die visuelle Wirkung einer lackierten Oberfläche ergibt sich durch das Zusammenspiel verschiedener optischer Eindrücke wie z. B. Glanz, Struktur und Farbton, der sich wiederum aus dem Farbort, der Helligkeit und der Farbstärke zusammensetzt. Im Falle von Mehrschichtlackierungen rührt der visuelle Eindruck im allgemeinen nicht nur von der äußeren Lackschicht her, sondern er wird auch aus einer oder mehreren darunter befindlichen Lackschichten beeinflusst. Eine Fülle von Methoden zur Charakterisierung einer lackierten Oberfläche, die geeignet sind, deren visuelle Wirkung für das Auge des Betrachters zu beschreiben, ist bekannt. Beispiele sind die dem Fachmann bekannten nach optischen Prinzipien arbeitenden Verfahren zur Glanzmessung, zur Messung des Glanzschleiers (Haze), zur Messung des Farbtons (Farbmetrik) und zur Bestimmung von Oberflächenstrukturen. Eine wesentliche Einflußgröße hinsichtlich der visuellen Wirkung einer lackierten Oberfläche ist die Schichtdicke, in der die betreffende Lackschicht oder im Falle einer Mehrschichtlackierung eine oder mehrere Lackschichten appliziert worden sind. Soll eine lackierte Oberfläche hinsichtlich der visuellen Wirkung in Abhängigkeit von der Schichtdicke einer betreffenden Lackschicht charakterisiert werden, ist es notwendig, eine Vielzahl von Probeblechen zu lackieren und zu vermessen. Diese Vielzahl ergibt sich zum einen aus der Notwendigkeit, mehrere Probebleche in unterschiedlicher Schichtdicke lackieren zu müssen und zum anderen deshalb, um einen statistischen Mittelwert, der erst eine Reproduzierbarkeit der erhaltenen Meßwerte gewährleistet, zu erhalten. Die Aussagekraft so erhaltener Meßwerte ist dennoch kritisch zu sehen, da die Korrelation mit dem visuellen Eindruck nur bedingt gegeben ist. Das menschliche Auge besitzt eine den visuellen Eindruck einer lackierten Fläche als Integral wahrnehmende Funktion.

In der DE 41 27 215 A1 ist ein Verfahren zur quantifizierten Bewertung des physiologischen Eindrucks von insbesondere lackierten Oberflächen, also ein Verfahren zur Bestimmung der visuellen Wirkung von Lackierungen, beschrieben, bei dem auf einer lackierten Oberfläche an einer verteilten Anzahl von Meßpunkten jeweils eine den visuellen Eindruck beeinflussende Oberflächeneigenschaft mittels eines optischen Meßverfahrens vermessen wird. In der US 52 08 766 ist ein Verfahren zur Bestimmung der visuellen Wirkung von Lackierungen beschrieben, bei dem auf einer lackierten Oberfläche mehrere den visuellen Eindruck beeinflussende Oberflächeneigenschaften mittels eines optischen Meßverfahrens vermessen werden. In der DE 42 27 817 A1 ist eine Vorrichtung zur Vermessung von Oberflächen auf Probeplatten aufgezeigt, die einen Meßtisch zum auswechselbaren Auflegen von Probeplatten aufweist, wobei außerhalb des Meßtisches ein Halter für zum optischen Bewerten und Vermessen bestimmte Meßgeräte sowohl in Längsrichtung als auch in Querrichtung des Meßtisches verfahrbar gelagert ist.

Es besteht die Aufgabe, ein rationelles Verfahren zur Charakterisierung lackierter Oberflächen hinsichtlich ihrer visuellen Wirkung in Abhängigkeit von der Schichtdicke einer Lackschicht bereitzustellen. Das zu findende Verfahren soll reproduzierbare, gut mit der integrierenden Funktion des menschlichen Auges kor-

relierende Meßergebnisse liefern und soll die Schichtdickeabhängigkeit möglichst eindrucksvoll deutlich machen. Das Verfahren soll unter möglichst geringem Verbrauch an Lack und Probeblechen durchführbar sein und eingesetzt werden können im Bereich der Lackentwicklung, der Qualitätskontrolle in der Lackfertigung, bei der Entwicklung sowie auch der Überwachung von Lackierprozessen, was sowohl den Applikations- als auch den Trocknungsprozeß umfaßt.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen im Anspruch 1 und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen im Anspruch 17 gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bei dem Verfahren werden eine oder mehrere Lackschichten auf die Oberfläche eines ebenen Substrats appliziert und getrocknet oder gehärtet, wobei eine der Lackschichten mit einem Schichtdickengradienten appliziert wird, und auf der so erhaltenen lackierten Oberfläche anschließend an vollflächig in Form eines gitterförmigen Rasters verteilten Meßpunkten jeweils eine oder mehrere den visuellen Eindruck beeinflussende Oberflächeneigenschaften mittels eines oder mehrerer optischer Meßverfahren, sowie die jeweilige Dicke der keilförmigen Lackschicht vermessen werden.

Bevorzugt werden die Messungen anhand eines gitterförmigen Rasters durchgeführt, das vollflächig über die Lackierung verteilt ist.

Als Substrat mit einer ebenen Oberfläche werden bevorzugt Prüfbleche verwendet. Dieser Ausdruck wird im folgenden verwendet, ohne jedoch eine Einschränkung darzustellen.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt es insbesondere, die erhaltenen optischen Meßpunkte in ein Korrelationsdiagramm zur jeweils zugehörigen Dicke der keilförmigen Schicht einzutragen.

Das erfindungsgemäße Verfahren unterliegt keinerlei Beschränkung hinsichtlich der Art der Lacke bzw. Lackschichten. So können die zu charakterisierenden Oberflächen Ein- oder Mehrschichtlackierungen sein, zu deren Herstellung pigmenthaltige und/oder pigmentfreie Überzugsmittel eingesetzt werden. Beispiele sind Klarlacke, farb- und/oder effektgebende Basislacke, Decklacke und Füllerlacke. Zur Erzeugung der Lackschichten können lösemittelfreie, lösemittelhaltige oder wäßrige Flüssiglacke oder Pulverlacke eingesetzt werden. Die Überzugsmittel können Ein- oder Mehrkomponentenlacke sein, dabei kann es sich um physikalisch trocknende oder chemisch vernetzende Systeme handeln. Bei den chemisch vernetzenden Systemen kann die Vernetzung thermisch oder durch energiereiche Strahlung induzierbar sein. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung kann Lacktrocknung physikalische Trocknung oder chemische Vernetzung einer Lackschicht bei Umgebungs- oder erhöhter Temperatur, beispielsweise durch Einbrennen oder Einwirkung von Wärmestrahlung (IR-Strahlung), oder auch durch energiereiche Strahlung, beispielsweise durch UV- oder Elektronenstrahlung, induzierte chemische Vernetzung einer Lackschicht bedeuten.

Handelt es sich um eine Einschichtlackierung, deren Oberfläche charakterisiert werden soll, so wird der betreffende Lack mit einem Schichtdickengradienten, also in Form eines Keils bevorzugt mittels Spritzapplikation aufgetragen und getrocknet. Der Schichtdickengradient kann dabei einen weiten Bereich überstreichen, beispielsweise einen Bereich zwischen über 0 und 100 µm. Die Applikation und/oder die anschließende Trocknung

können so durchgeführt werden, daß sich das Probeblech währenddessen in einer waagerechten Position befindet. Bevorzugt jedoch finden Applikation oder Trocknung, besonders bevorzugt Applikation und Trocknung insbesondere der keilförmig applizierten Lackschicht, an einem außerhalb der Waagerechten befindlichen, besonders bevorzugt senkrecht ausgerichteten Probeblech statt. Dabei befindet sich der Bereich höchster Schichtdicke der keilförmig applizierten Lackschicht bevorzugt am unteren, d. h. erdnäheren Ende. Es sei darauf hingewiesen, daß der Begriff "Probeblech" im Rahmen der vorliegenden Erfindung keinerlei Beschränkung in der Materialauswahl darstellt, vielmehr handelt es sich lediglich um ein glattes, ebenes bzw. nicht gebogenes, beispielsweise rechteckiges Substrat aus beliebigen geeigneten Materialien, bevorzugt aus Metall oder Kunststoff. Insbesondere geeignet sind die in der Lackindustrie üblichen rechteckigen Prüfbleche beliebiger Abmessungen, beispielsweise in der Größenordnung von 300 mm mal 600 mm. Diese können beispielsweise aus Stahl sein. Bevorzugt erfolgt die Applikation zur Gewährleistung einer Reproduzierbarkeit mittels eines üblichen Automaten, wie er beispielsweise bekannt ist aus der EP 0 350 891 B1. Beispielsweise kann der Schichtdickengradient bevorzugt so erzeugt werden, daß die betreffende Lackschicht in mehreren beispielsweise zwei oder mehreren Spritzzyklen appliziert wird, wobei die Spritzzonen sich nur teilweise überdecken.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist es beliebig, welche Schicht keilförmig (gradientenförmig) appliziert wird. Zweckmäßig wird die Schicht keilförmig appliziert, an deren Auswirkung auf den visuellen Gesamteindruck man interessiert ist.

Im Falle von Mehrschichtlackierungen, beispielsweise den im Bereich der Kraftfahrzeuglackierung bekannten Basislack/Klarlack-Zweischichtlackierungen, insbesondere Basislack/Klarlack-Zweischichteffektlackierungen gelten im Prinzip die gleichen, schon im vorstehenden Absatz gemachten Ausführungen, wobei eine der die Mehrschichtlackierung bildenden Lackschichten in einem Schichtdickengradienten appliziert wird. Beispielsweise kann die farb- und/oder effektgebende Basislackschicht oder die Klarlackschicht einer Basislack/Klarlack-Zweischichtlackierung mit einem Schichtdickengradienten appliziert werden.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden beim Auftrag der gradientenförmig ausgebildeten interessierenden Schicht bevorzugt eine oder mehrere Zonen auf dem Prüfblech ausgespart. Diese Zonen können beispielsweise streifenförmig, beispielsweise am Rande des Prüfblechs ausgebildet sein. Dies kann beispielsweise so erfolgen, daß beim Auftrag der gradientenförmig ausgebildeten Schicht die freibleibenden Zonen abgeklebt werden, beispielsweise durch streifenförmige Klebebänder. Die übrigen Schichten werden in diesen Zonen in gleicher Weise wie auf dem gesamten Prüfblech appliziert. In der Praxis können hierzu beispielsweise die Aufkleber vor Auftrag der weiteren Schicht entfernt werden. Auf diese Weise wird es ermöglicht, die Schichtdicke der gradientenförmig aufgetragenen Schicht an den einzelnen Meßpunkten durch Vergleich mit den ausgesparten Zonen additiv zu ermitteln.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird so durchgeführt, daß nach sorgfältiger Kalibrierung des Meßsystems das lackierte Probeblech hinsichtlich der betreffenden den visuellen Eindruck beeinflussenden Oberflächeneigenschaft n-fach in Form eines sich über die ge-

samte Oberfläche erstreckenden aus n Meßpunkten bestehenden Gitters mittels optischer Meßverfahren vermessen wird, wobei für jeden Meßpunkt auch die Trockenschichtdicke der betreffenden keilförmigen Lackschicht gemessen wird. Bevorzugt beträgt die Anzahl der Meßpunkte $n =$ etwa 400 bis etwa 1000. Die Schichtdicke wird mit den üblichen, dem Fachmann bekannten Methoden ermittelt, wie z. B. magnetische oder magnetisch-induktiv arbeitende Schichtdickenmeßverfahren (wie beispielsweise beschrieben in H. Kittel, Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, Band 8/1, Verlag W.A. Colomb, 1980, Seite 140 ff. und Glasurit-Handbuch Lacke und Farben, Curt R. Vincentz Verlag, München, 1984, Seite 292 ff.), bevorzugt wird die Schichtdicke auf den bevorzugten Probeblechen aus Stahl mit magnetisch-induktiven Meßverfahren bestimmt. Beispielsweise wird beim erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt so vorgegangen, daß mehrere Messungen entlang einer Linie mit gleicher Schichtdicke der betreffenden Lackschicht vorgenommen werden. Beispielsweise kann beginnend bei niedriger Schichtdicke und sich zu höchster Schichtdicke hin fortsetzend jeweils bevorzugt entlang äquidistanter Linien gemessen werden. Dabei erfaßt jede einzelne Linie gleiche Schichtdicken. Die verschiedenen äquidistant angeordneten Linien sind unterschiedlichen Schichtdicken zugeordnet. Beispielsweise wird ein Meßgitter aus insgesamt etwa 400 bis etwa 1000 Meßwerten pro Probeblech erfaßt. Bei 500 Meßpunkten können beispielsweise entlang 20 verschiedener Linien gleicher Schichtdicke jeweils 25 Meßwerte aufgenommen werden. Dabei werden die Abstände und Anzahl der Linien sowie der Meßpunkte so gelegt, daß bevorzugt mindestens etwa ein Meßpunkt pro Quadratzentimeter Lackoberfläche gemessen wird. Zur Verwertung können die erhaltenen Meßwerte beispielsweise von der Ordinate, die zugehörigen Schichtdicken von der Abszisse eines Korrelationsdiagramms abgetragen werden. Man erhält für die zu charakterisierende Eigenschaft der lackierten Oberfläche ein unverwechselbares Muster aus n Punkten, das vergleichbar einem Fingerabdruck ist. Man erhält somit eine Bewertungsmöglichkeit der visuellen Eigenschaften einer Lackierung. Insbesondere läßt sich bewerten, ob und wie die visuellen Eigenschaften von definierten Applikations- und Trocknungsbedingungen sowie einer definierten Zusammensetzung eines oder mehrerer Lacke, die zur Lackierung verwendet werden, abhängen.

Die visuell erfaßbaren Eigenschaften einer lackierten Oberfläche werden beeinflusst durch das komplexe Zusammenspiel einer Fülle von variierbaren Parametern des Lackmaterials selber, der eigentlichen Lackapplikation und der Lacktrocknung. Dieses Zusammenspiel beeinflusst beispielsweise das für das Auge wahrnehmbare Auftreten und die Ausprägung solcher Phänomene wie Farbton, Helligkeits- und/oder Farbflop (optische Anisotropie), Verlauf, Ablaufneigung, Orangenhautbildung, Mikrostruktur, Spritznebelaufnahmevermögen, Anlöseeffekte, Wolkigkeit bei Effektlackierungen, Deckfähigkeit, Glanz, Glanzschleier, Phänomene, die sich letztlich im visuellen Eindruck einer lackierten Oberfläche niederschlagen. Jede dieser Eigenschaften kann die Grundlage für die beim erfindungsgemäßen Verfahren durchzuführenden Messungen bilden.

Das vorstehend erwähnte Spritznebelaufnahmevermögen zeigt sich insbesondere dann, wenn der Gradient in Form von mehreren versetzt aufgetragenen Lackschichten ausgebildet wird. An der Grenzfläche von

zwei Lackschichten werden von der unteren Lack-schicht Spritznebel aufgenommen, die beim Auftrag der darüberliegenden Lackschicht anfallen. Auf diese Weise läßt sich das Spritznebelaufnahmevermögen von Lackierungen beurteilen; dies ist wichtig, da sich Spritznebel in Lackierkabinen in der Praxis kaum vermeiden lassen.

Beispiele für visuell erfassbare und meßbare Eigenschaften sind Glanz, Glanzschleier (Haze), Oberflächenstruktur mit lang- und kurzwelligem Anteil, Farbton, beispielsweise Farbtort, Farbstärke, Helligkeit.

Beispiele für im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens einsetzbare Verfahren zur Messung des Glanzes lackierter Oberflächen sind die üblichen, dem Fachmann bekannten, auf dem Prinzip der Lichtreflexion basierenden goniophotometrischen Verfahren, wie beispielsweise beschrieben in H. Kittel, Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, Band 8/1, Verlag W.A. Colomb, 1980, Seite 240 ff., Glasurit-Handbuch Lacke und Farben, Curt R. Vincentz Verlag, München, 1984, Seite 239 ff. und PIN 67530. Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt eingesetzte Glanzmeßgeräte sind handelsübliche Geräte, wie beispielsweise die von der Firma BYK-Gardner vertriebenen Geräte Micro-loss® und Micro-Tri-Gloss®.

Beispiele für im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens einsetzbare Verfahren zur Messung des Glanzschleiers (Haze) lackierter Oberflächen sind die üblichen, dem Fachmann bekannten, ebenfalls auf dem Prinzip der Lichtreflexion basierenden goniophotometrischen Verfahren (wie beispielsweise beschrieben in Glasurit-Handbuch Lacke und Farben, Curt R. Vincentz Verlag, München, 1984, Seite 240). Es können die handelsüblichen, dem Fachmann geläufigen Meßgeräte eingesetzt werden.

Beispiele für im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens einsetzbare Verfahren zur Farbmeterik lackierter Oberflächen sind die üblichen, dem Fachmann bekannten Verfahren zur Bestimmung der Reflexionskurven von Licht, woraus sich z. B. die im CIELAB-System gebräuchlichen farbmeterischen Größen L^* , a^* und b^* errechnen lassen (wie beispielsweise beschrieben in H. Kittel, Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, Band 8/1, Verlag W.A. Colomb, 1980, Seite 252 ff., Glasurit-Handbuch Lacke und Farben, Curt R. Vincentz Verlag, München, 1984, Seite 220 ff.). Es können alle üblichen, dem Fachmann geläufigen Meßgeräte verwendet werden.

Ein Beispiel für ein im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens einsetzbares Verfahren zur Bestimmung des langwelligen und des kurzwelligen Anteils der Oberflächenstruktur lackierter Oberflächen ist das dem Fachmann bekannte auf dem Prinzip der durch Oberflächenstrukturen modulierten Lichtreflexion basierende goniophotometrische Verfahren. Es können alle üblichen, dem Fachmann geläufigen Meßgeräte verwendet werden (vgl. European Coatings Journal Nr. 1—2 (1995), Seite 32—35).

Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist es bevorzugt, die in Abhängigkeit vom Beleuchtungs- und/oder Betrachtungswinkel zu unterschiedlichen Meßergebnissen führenden Messungen, an solchen Probeblechen durchzuführen, die sich bei Lackapplikation und/oder -trocknung, bevorzugt bei Applikation und Trocknung insbesondere der keilförmig applizierten Lackschicht, außerhalb der waagerechten Position, bevorzugt in einer senkrechten Position, befanden. Es ist besonders bevorzugt, wenn sich der Bereich höchster Schichtdicke der

als Keil applizierten Lackschicht während der Lackapplikation und -trocknung dabei am unteren, d. h. erdnäheren Ende des Probeblechs befand. Diese Verfahrensweise führt zu besonders aussagekräftigen und differenzierenden Korrelationsdiagrammen. Viele der optischen Messungen werden mit Meßgeräten durchgeführt, die einen Beleuchtungsstrahl aussenden und die Messung beispielsweise am reflektierten Strahl ausführen; diese Geräte haben daher eine Beleuchtungsrichtung, von der her beleuchtet wird, und eine dazu entgegengesetzte Betrachtungsrichtung (Meßrichtung). Bei der vorstehend genannten bevorzugten Ausführungsform ist es besonders bevorzugt, wenn die Beleuchtungs- und/oder Betrachtungsrichtung ungeachtet des für die Messung gewählten Beleuchtungs- und/oder Betrachtungswinkels am Probeblech in Richtung oder um 180 Grad entgegengesetzt einer Achse des Probeblechs verläuft. Bevorzugt wird hierzu die Achse gewählt, die bei Lackapplikation und/oder -trocknung, bevorzugt während Lackapplikation und -trocknung, auf einem außerhalb der Waagerechten, bevorzugt in der Senkrechten befindlichen Probeblech, von oben nach unten verlief. Es hängt von der Art des zu untersuchenden Lackes ab, ob es dabei bevorzugt ist, in Richtung der Achse oder gegen die Achse zu beleuchten.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist auch im Bereich der Lack- und Bindemittelentwicklung verwendbar. Beispielsweise kann der Einfluß der Lackzusammensetzung auf die visuelle Wirkung einer unter Verwendung des Lacks bei Einhaltung definierter Applikations- und Trocknungsbedingungen erhaltenen Ein- oder Mehrschichtlackierung ermittelt werden. Beispielsweise kann die visuelle Wirkung einer lackierten Oberfläche von Art und Mengenanteil der Bindemittel im Lack, von der Art und Menge der flüchtigen Stoffe wie z. B. Lösemittel, von Art und Menge der Additive sowie von Art und Menge der Pigmente und Füllstoffe abhängen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit Erfolg auch schon in der Stylingphase eingesetzt werden, z. B. bei der Formulierung neuer, bisher unbekannter (Effekt)farbtöne. Auch die Stabilität eines Lacks über einen längeren Zeitraum gegebenenfalls unter speziellen Bedingungen, beispielsweise dessen Lager- und Ringleitungsstabilität, oder die Eignung eines Lacks für einen fest vorgegebenen Lackierungsprozeß kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgreich überprüft werden. Wenn sich beispielsweise im Falle eines lager- oder ringleitungstablen Lacks auch über einen längeren Zeitraum keine Veränderung im Effekt, im Farbton oder in der Oberflächenstruktur von mit ihm lackierten Oberflächen ergibt, so zeigt sich das als unverändertes Muster in den entsprechenden nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugten Korrelationsdiagrammen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch in der Qualitätskontrolle bei der Lackfertigung eingesetzt werden, beispielsweise zur Farbtonfreigabe. Dabei werden unter definierten Bedingungen Probebleche mit dem zu prüfenden Lack hergestellt und die entsprechenden Korrelationsdiagramme werden mit dem Soll-Diagramm auf Übereinstimmung als Freigabekriterium verglichen. Abweichungen des Lackmaterials können schnell und sicher erkannt und durch geeignete Einflußnahme auf den Fertigungsprozeß korrigiert werden. Dabei erkennt man mittels der Korrelationsdiagramme oftmals nicht nur die Abweichung an sich, sondern auch deren Ursache.

Weiterhin ist das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar bei der Entwicklung von Lackierprozessen,

was sowohl den Prozeß der Lackapplikation als auch den Lacktrocknungsprozeß einschließt. Beispielsweise kann unter Verwendung jeweils ein und desselben bzw. im Falle von Mehrschichtlackierungen derselben Lacke und bei Konstanzhaltung aller Trocknungsparameter der Einfluß von Applikationsparametern auf die visuelle Wirkung der lackierten Oberfläche untersucht werden. Es können auch die Applikationsparameter konstant gehalten werden und die Trocknungsparameter variiert werden. Beispiele für variierbare Applikationsparameter sind Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Art und Betriebsweise des Sprühorgans, Höhe der Spannung bei elektrostatischer Applikation, Art und Schichtdicke der anderen, nicht als Keil lackierten Lackschichten einer Mehrschichtlackierung. Beispiele für variierbare Trocknungsparameter sind Abluftbedingungen wie Ablufttemperatur und -dauer, Temperatur/Zeit-Aufheizkurve des Trockenofens, Trocknungstemperatur bzw. Objekttemperatur als solche, Einbrenndauer, Luftfeuchtigkeit. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird beispielsweise so vorgegangen, daß nur ein Applikations- bzw. Trocknungsparameter variiert wird, während die anderen Applikationsbzw. Trocknungsparameter konstant gehalten werden. Das bzw. die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhaltenen Korrelationsdiagramme repräsentieren jeweils den Einfluß der Applikations- und/oder Trocknungsparameter auf die visuelle Wirkung einer lackierten Oberfläche.

Beispielsweise kann das optimale Verarbeitungsfenster eines definierten Lacks hinsichtlich Luftfeuchtigkeit und -temperatur bei dessen Applikation bestimmt werden, in dem der visuelle Eindruck und damit das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhaltene Korrelationsdiagramm konstant ist, d. h. es besteht die Möglichkeit einen sicheren Verarbeitungsbereich für einen gegebenen Lack zu definieren.

Dementsprechend kann das erfindungsgemäße Verfahren auch mit Erfolg bei der Überwachung von Lackierprozessen eingesetzt werden, was sowohl die Überwachung der Lackapplikation als auch der Lacktrocknung einschließt.

Ist beispielsweise sichergestellt, daß das eingesetzte Lackmaterial den Spezifikationen entspricht (was wie vorstehend erwähnt ebenfalls mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens kontrolliert werden kann), so können Abweichungen vom vorgeschriebenen Lackierprozeß (wie beispielsweise die Nichteinhaltung vorgeschriebener Applikations- und/oder Trocknungsparameter) durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens schnell erkannt und korrigiert werden. Auch hier gilt, daß die Korrelationsdiagramme oftmals nicht nur die Abweichung an sich erkennen lassen, sondern auch deren Ursache.

Ein besonderer Wert des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich aus der Möglichkeit, das Zusammenwirken von Lackierprozeß und Lackformulierung zu studieren. Beispielsweise kann der Wunsch bestehen, in unterschiedlichen Lackieranlagen mit unterschiedlichen fest vorgegebenen Applikations- und/oder Trocknungsparametern Substrate mit dem gleichen visuellen Eindruck herzustellen. Durch Erstellen des oder der geeigneten Korrelationsdiagramme nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kann so beispielsweise ein geeignetes Additivkonzept für den Lack gefunden werden, das es gestattet im Prinzip jeweils den gleichen Lack einzusetzen, diesen jedoch jeweils mit den geeigneten Additiven auf die speziellen Bedingungen unterschiedlicher Lackieranlagen anzupassen. So wird es möglich, daß in

verschiedenen Lackieranlagen lackierte Teile den gleichen visuellen Eindruck aufweisen, was sich im Korrelationsdiagramm in einem identischen Muster widerspiegelt.

Nachstehend werden Beispiele für Oberflächenercheinungen angegeben, die mit Hilfe der erfindungsgemäßen Verfahrensweise erfaßt und charakterisiert werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhaft eingesetzt werden zur Erfassung und Charakterisierung der Mikrostruktur, des Benetzungsverhaltens, des Verlaufs, der Ablaufneigung, des Anlöseverhaltens und des Orangenhauteffekts unter Einsatz von Verfahren zur Bestimmung des langwelligen und/oder kurzwelligen Anteils der Oberflächenstruktur lackierter Oberflächen.

Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verfahren unter Einsatz farbmetrischer Methoden, insbesondere durch Bestimmung der Helligkeit vorteilhaft genutzt werden zur Erfassung und Charakterisierung der Deckfähigkeit, des Farbtons, des Helligkeitsflops, des Farb-flops, der Wolkigkeit, der Spritznebelaufnahme, von Anlöseeffekten und insbesondere im Falle von Effektbasislacken zur Erfassung und Charakterisierung von Ablauferscheinungen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird bevorzugt automatisiert durchgeführt. Beispielsweise können das Meßgerät oder mehrere verschiedene Meßgeräte zugleich, beispielsweise ein Meßgerät für die Glanzmessung, ein Meßgerät zur Bestimmung der Oberflächenstruktur und ein Meßgerät zur Bestimmung der Helligkeit zugleich, von einer automatisch arbeitenden Bewegungseinrichtung entsprechend dem gewünschten Meßgitter über das lackierte Probeblech geführt werden. Dies kann beispielsweise unter Verwendung eines an sich üblichen X,Y-Meßtisches realisiert werden. Die aus Meßwerten und diesen zugeordneten Dicken der keilförmig lackierten Schicht gebildeten Wertepaare können beispielsweise in einem angeschlossenen Rechner, z. B. Personalcomputer, gespeichert und anschließend als ein bzw. mehrere Korrelationsdiagramme ausgedruckt werden. Vorteilhaft, zum Beispiel zwecks Durchführung eines bedienerunabhängigen Nachtmeßbetriebes, kann der X,Y-Meßtisch gekoppelt sein mit einem automatischen Probenwechsler, in dem mehrere Probebleche gestapelt und diese nacheinander der Messung auf dem X,Y-Meßtisch zugeführt werden.

Die Erfindung betrifft somit auch eine Vorrichtung zur Bestimmung der visuellen Wirkung von auf Probeplatten aufgetragenen Lackierungen mit einem Meßtisch zum auswechselbaren Auflegen der Probeplatten, wobei oberhalb des Meßtisches ein Halter für zum optischen Bewerten und zur Schichtdickenmessung der Lackierungen bestimmte Meßgeräte sowohl in Längsrichtung (Y-Achse) als auch in Querrichtung (X-Achse) des Meßtisches verfahrbar gelagert ist.

Bevorzugt ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Halter schrittweise verfahrbar gelagert. Der Halter kann beispielsweise an einer auf dem Meßtisch verfahrbar gelagerten Brücke angeordnet sein.

Die Brücke kann auf in Längsrichtung (Y-Achse) des Meßtisches verlaufenden Schienen abgestützt sein. Der Halter kann einen in Querrichtung (X-Achse) des Meßtisches an dem Joch der Brücke verfahrbar hängenden Wagen aufweisen. Bevorzugt weist der Wagen senkrecht zum Meßtisch verstellbare Halteeinrichtungen für die Meßgeräte auf. Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens können die Brücke und der Wagen mit einer Steuereinrichtung zum Anhalten der Brücke

und/oder des Wagens an vorgegebenen oder beliebigen Stellen versehen sein.

Die beigefügte Fig. 1 stellt eine Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung dar.

Fig. 2 stellt eine Draufsicht eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung dar.

In den Figuren stellt 1 einen Meßtisch dar, der bevorzugt rechteckig oder quadratisch ausgebildet ist. Dieser Meßtisch weist eine Halterung 2 für eine oder mehrere zu bewertende eben aufgelegte lackierte Platten 3 auf. Auf dem Meßtisch ist eine beispielsweise über Schienen 4 in Längsrichtung (Y-Achse) des Meßtisches verschiebbare Brücke 5 ausgebildet. Diese Brücke weist ein in Querrichtung (X-Achse) des Meßtisches ausgebildetes Joch 7 auf. Dieses Joch 7 kann in Form einer Schiene ausgebildet sein, an der ein verfahrbarer Wagen 8 hängt. Der Wagen weist eine oder mehrere senkrecht zum Meßtisch verstellbare Halteeinrichtungen 9 für die optischen Meßgeräte sowie Meßgeräte zur Schichtdickenmessung auf. Sowohl die Brücke 5, als auch der Wagen 8 weisen eine Steuereinrichtung zum Anhalten an vorgegebenen oder beliebigen Stellen auf.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung können die Steuereinrichtungen, die die Meßgeräte sowohl in Längsrichtung (Y-Achse) als auch in Querrichtung (X-Achse) des Meßtisches bewegen und anhalten, direkt mit einem Rechner gekoppelt werden, in den auch die jeweiligen Meßwerte der optischen Messungen sowie der Schichtdickenmessungen eingespeist werden. Dieser Rechner kann das gewünschte Korrelationsdiagramm zwischen Schichtdickenmessung und optischen Messungen erstellen, das zu dem gewünschten "Fingerabdruck" führt, der charakteristisch für die Bewertung der visuellen Wirkung von Lackierungen ist.

An die Halter 9 der erfindungsgemäßen Vorrichtung können ein oder mehrere optische Meßgeräte sowie ein Gerät zur Schichtdickenmessung (beispielsweise induktiv) befestigt werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird so betrieben, daß die Halteeinrichtung in Form eines gitterförmigen Rasters über das Prüfblech bewegt wird. An jedem zu messenden Rasterpunkt wird die Vorrichtung angehalten und das Meßgerät wird mittels der Halteeinrichtung zum Prüfblech abgesenkt. Durch die Möglichkeit vorgegebene Meßpunkte anzusteuern, können für einen Meßpunkt jeweils sowohl die interessierenden optischen Werte als auch die Schichtdicken bestimmt werden. Dies wird in aufeinanderfolgenden Schritten durchgeführt. Dabei können die Meßgeräte so befestigt werden, daß jeweils an verschiedenen Punkten eine oder mehrere optische Messungen und an verschiedenen weiteren Punkten Schichtdickenmessungen durchgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit Erfolg eingesetzt werden und stellt ein wertvolles Werkzeug dar bei der Lackentwicklung, der Qualitätsprüfung im Rahmen der Lackfertigung sowie bei der Entwicklung und Überwachung von Lackierprozessen. Die erhaltenen Korrelationsdiagramme gestatten Voraussagen über die visuelle Wirkung einer unter Verwendung eines definierten Lacks und unter Einhaltung definierter Applikations- und/oder Trocknungsbedingungen hergestellten lackierten Oberfläche. Die charakteristische Form der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhaltenen Korrelationsdiagramme erlaubt es einen Trend hinsichtlich der Veränderung der visuellen Wirkung einer lackierten Oberfläche in Abhängigkeit von der Schichtdicke einer betreffenden Lackschicht abzu-

leiten.

Das erfindungsgemäße Verfahren liefert eine gute Korrelation mit dem visuellen Eindruck einer lackierten Oberfläche, wie ihn das menschliche Auge wahrnimmt. Es läßt sich mit wenig Lack und mit einem einzigen Probeblech rationell und schnell durchführen.

In der beigefügten Fig. 3 ist ein Beispiel für ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhaltenes Helligkeit/Klarlackschichtdicke-Korrelationsdiagramm einer Effektbasislack/Klarlack-Zweischichtlackierung gezeigt. Es soll die Aussagekraft und den Wert des erfindungsgemäßen Verfahrens exemplarisch verdeutlichen. Dieses Diagramm kann als Fingerabdruck verwendet und beispielsweise mit dem Soll-Fingerabdruck einer Musterlackierung verglichen werden.

Das Diagramm wurde erhalten, indem ein senkrecht stehendes mit üblicher kathodischer Tauchlackschicht und Füllerschicht vorbeschichtetes Probeblech mittels eines Spritzlackierautomaten (wie in EP 0 350 891 B1 beschrieben) in 15 µm Trockenschichtdicke mit einem silberfarbenen Effektbasislack beschichtet wurde. Nach 5minütigem Ablüften bei 80°C wurde ein handelsüblicher Zweikomponenten-Klarlack mit einem Schichtdickengradienten von 10 bis 50 µm (höchste Klarlackschichtdicke am erdnäheren Ende des Probeblechs) mittels des gleichen Spritzlackierautomaten aufgetragen und gemeinsam mit der Basislackschicht 30 Minuten bei 130°C eingebrannt. Die Helligkeit der lackierten Oberfläche wurde mit einem handelsüblichen Gerät in Abhängigkeit von der Klarlackschichtdicke mit einem Beleuchtungswinkel von 45 Grad und einem Beobachtungswinkel von 25 Grad zum Glanzreflex gitterartig gemessen. Dabei lagen Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung quer zum Klarlackteil.

Aus dem Korrelationsdiagramm, dessen Ordinate die Helligkeit (L^* , gemäß CIELAB-System) und dessen Abszisse die Klarlackschichtdicke in µm angibt, läßt sich folgendes ablesen: Ab ca. 35 µm Klarlackschichtstärke wird die Basislackschicht angelöst, der Helligkeitswert nimmt ab und streut plötzlich stärker als im Bereich niedriger Klarlackschichtdicke. Die korreliert gut mit dem visuellen Eindruck, denn bei Betrachtung mit dem Auge wird bei höherer Klarlackschichtdicke das Auftreten von Wolken beobachtet. In der Figur stellt der zur Ordinate parallele Doppelpfeil die maximale Streubreite der Meßpunkte dar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der visuellen Wirkung von Lackierungen, bei dem eine oder mehrere Lackschichten auf die Oberfläche eines ebenen Substrats appliziert und getrocknet oder gehärtet werden, wobei eine der Lackschichten mit einem Schichtdickengradienten appliziert wird, und auf der so erhaltenen lackierten Oberfläche anschließend an vollflächig in Form eines gitterförmigen Rasters verteilten Meßpunkten, jeweils eine oder mehrere den visuellen Eindruck beeinflussende Oberflächeneigenschaften mittels eines oder mehrerer optischer Meßverfahren, sowie die jeweilige Dicke der gradientenförmigen Lackschicht vermessen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Schichten aus verschiedenen Lacken appliziert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Applikation der Lackschicht-

ten an einer senkrecht ausgerichteten Oberfläche des Substrats erfolgt, wobei die höchste Schichtdicke des Gradienten am unteren erdnäheren Ende ausgebildet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungsrichtung und/oder Betrachtungsrichtung (Meßrichtung) der Meßgeräte der lackierten Oberfläche in Richtung der oder um 180 Grad entgegengesetzt zur Achse der Oberfläche erfolgt, die bei Lackierung in der senkrechten Stellung der Oberfläche von oben nach unten verlief.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung automatisiert durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erhaltenen Meßpunkte in ein oder mehrere Korrelationsdiagramme von Schichtdicke und dem jeweils zugehörigen optischen Meßpunkt eingetragen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Erstellung des Korrelationsdiagramms im Anschluß an die jeweilige Messung automatisch über einen Rechner erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die erstellten Korrelationsdiagramme als Fingerabdruck einer speziellen Lackierung verwendet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Fingerabdruck zum Vergleich mit einem Soll-Fingerabdruck verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Oberflächeneigenschaften, die den visuellen Eindruck beeinflussen, Glanz, Glanzschleier (Haze), Oberflächenstruktur, Farbort, Farbstärke und/oder Helligkeit gemessen werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als zu lackierendes Substrat mit ebener Oberfläche ein Probeblech verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die den jeweiligen optischen Meßpunkten zuzuordnende Dicke der gradientenförmigen Lackschicht magnetisch-induktiv gemessen wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Charakterisierung der Mikrostruktur, des Benetzungsverhaltens, des Verlaufs, der Ablaufneigung, des Anlöseverhaltens und/oder des Orangenhauteffekts von Lacken bzw. Lackierungen unter Verwendung eines Meßgeräts zur Bewertung der Oberflächenstruktur durchgeführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Charakterisierung des Anlöseverhaltens, der Ablaufneigung, der Deckfähigkeit, des Farbtons, Helligkeitsflops, Farbflops, der Wolkigkeit und/oder der Spritznebelaufnahme von Lacken bzw. Lackierungen unter Verwendung eines farbmetrischen Meßgeräts durchgeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Charakterisierung des Ablaufverhaltens von Effektbasislacken durchgeführt wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es im Bereich der Bindemittel- und Lackentwicklung, zur Prüfung der Lager- und/oder Ringleitungsstabilität, zur Qualitätskontrolle und/oder zur Entwicklung oder Überwachung der Lackapplikation und/oder von Trocknungs- bzw. Lackhärtungsprozessen durchgeführt wird.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit der die visuelle Wirkung von auf Probeplatten (3) aufgetragenen Lackierungen bestimmt wird, mit einem Meßtisch (1) zum auswechselbaren Auflegen der Probeplatten (3), wobei oberhalb des Meßtisches (1) ein Halter (8, 9) für zum optischen Bewerten und zur Schichtdickenmessung der Lackierungen bestimmte Meßgeräte sowohl in Längsrichtung (Y-Achse) als auch in Querrichtung (X-Achse) des Meßtisches (1) verfahrbar gelagert ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Halter (8, 9) schrittweise verfahrbar gelagert ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Halter (8, 9) an einer auf dem Meßtisch (1) verfahrbar gelagerten Brücke (5) angeordnet ist.

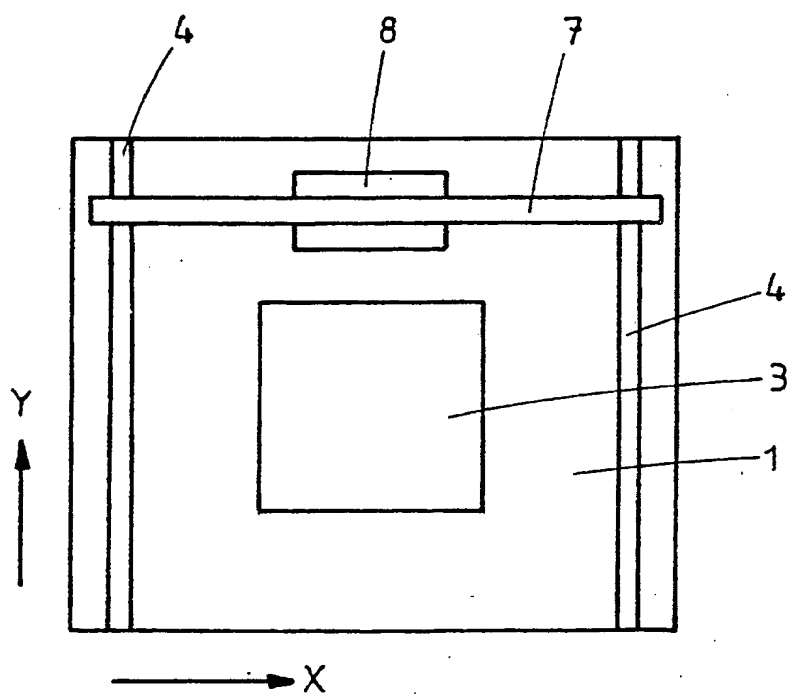
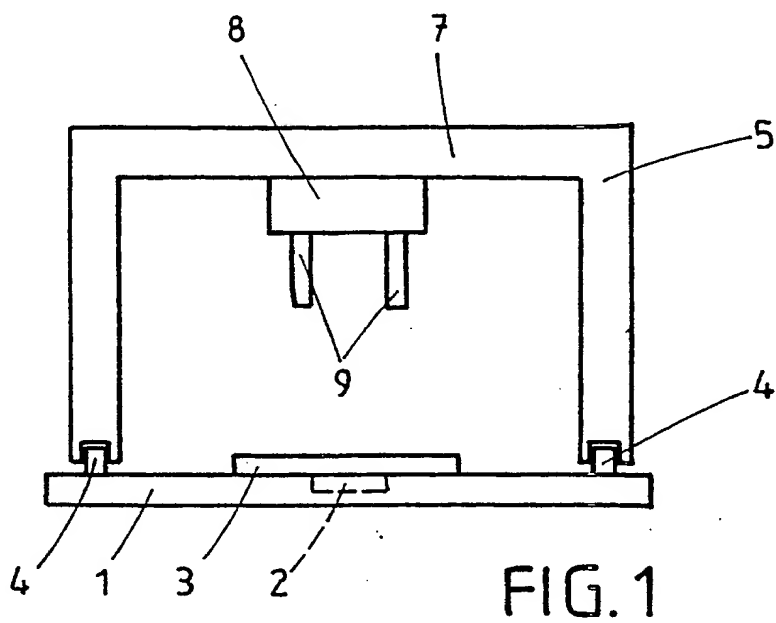
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Brücke (5) auf in Längsrichtung (Y-Achse) des Meßtisches (1) verlaufenden Schienen abgestützt ist und daß der Halter (8, 9) einen in Querrichtung (X-Achse) des Meßtisches (1) an dem Joch (7) der Brücke (5) verfahrbar hängenden Wagen (8) aufweist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß am Wagen (8) senkrecht zum Meßtisch (1) verstellbare Halteeinrichtungen (9) für die Meßgeräte angeordnet sind.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 und 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Brücke (5) und der Wagen (8) mit einer Steuereinrichtung zum Anhalten von Brücke (5) und/oder Wagen (8), an vorgegebenen oder beliebigen Stellen versehen sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



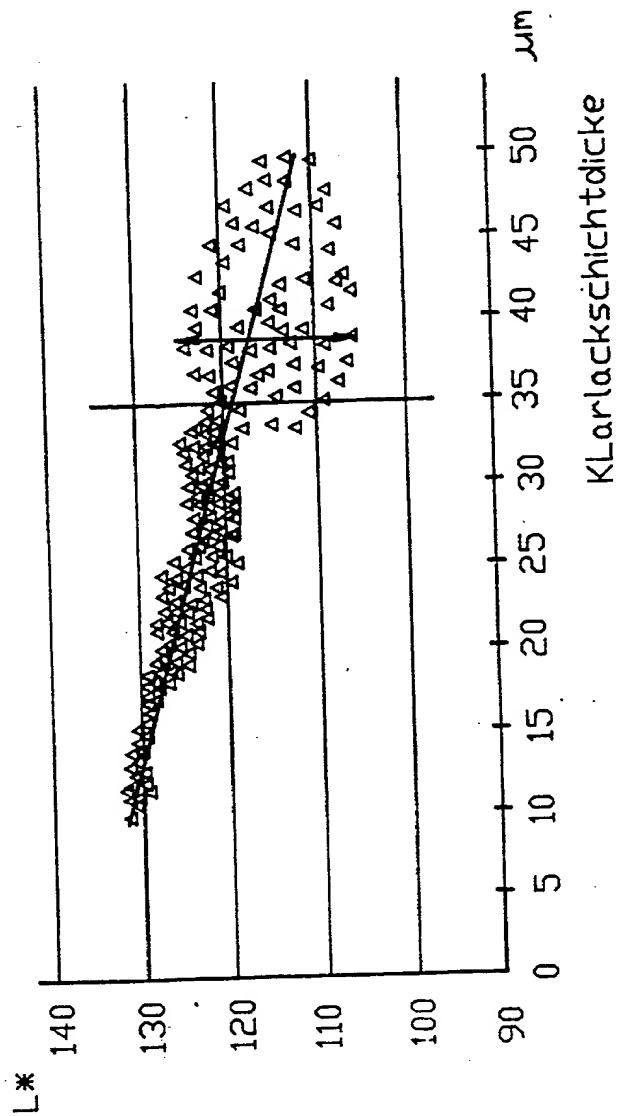


FIG.3